



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑩ DE 197 16 683 C 1

⑳ Aktenzeichen: 197 16 683.0-52  
㉑ Anmeldetag: 21. 4. 97  
㉒ Offenlegungstag: -  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 6. 98

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 01 L 3/00**  
G 01 N 33/00  
G 01 N 31/22  
H 01 L 49/00  
A 01 G 9/10

DE 197 16 683 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:  
Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der  
angewandten Forschung e.V., 80636 München, DE

⑦4 Vertreter:  
Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81479  
München

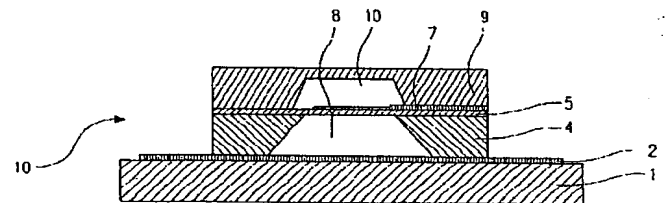
⑦2 Erfinder:  
Roth, Mathias, Dipl.-Phys., 81477 München, DE;  
Endres, Hanns-Erik, Dr.-Ing., 80689 München, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 1 96 10 293 C1  
DE 35 20 416 C2  
DE 39 19 042 A1  
DE 39 15 920 A1  
DE 38 18 614 A1

⑤4 Vorrichtung zur getrennten, gekapselten Aufnahme einer Mehrzahl gleicher oder unterschiedlicher Stoffe

⑤7 Bei einer Vorrichtung zur getrennten, gekapselten Aufnahme einer Mehrzahl gleicher oder unterschiedlicher Stoffe in einer Mehrzahl von abgeschlossenen Hohlräumen in einer mikromechanisch gefertigten Struktur sind zumindest zwei der Hohlräume durch eine in Mikrosystemtechnik oder Dünnschichttechnologie implementierte Membran getrennt. Die Vorrichtung weist ferner eine elektrisch betätigbare Heizeinrichtung zum Zerstören der Membran, um die zumindest zwei Hohlräume zu verbinden, auf.



DE 197 16 683 C 1

## DE 197 16 683 C 1

1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Weiterbildung einer Vorrichtung zur gekapselten Aufnahme eines Materials nach der nicht vorveröffentlichten DE 196 10 293 C1.

Auf vielen Gebieten werden empfindliche Materialien, z. B. chemische Indikatormaterialien, Katalysatoren, Medikamente, eingesetzt. Empfindlich heißt, die Lebensdauer, d. h. die Verwendbarkeit für einen bestimmten Zweck, wird bei Kontakt mit einem bestimmten Stoff oder Stoffgemisch reduziert. Aufgrund dieser begrenzten Lebensdauer ist es erwünscht, diese Materialien erst kurz vor ihrem Einsatz in dem schädlichen Meßmedium freizugeben und sie bis zu diesem Zeitpunkt unter Schutzgas oder Schutzflüssigkeit oder Vakuum zu verwahren. Das schädliche Meßmedium kann mit der zu messenden Substanz identisch sein.

Übliche Methoden sind hierzu das Kapseln der Substanz in einem Glaskolben, Kunststoff-Folien oder ähnlichen Verpackungen. Der Nachteil dieser Methoden ist vielfältig: Die Kapselungsmethoden sind nur begrenzt miniaturisierbar und/oder der Verschluß ist nicht oder nur aufwendig automatisch zu öffnen. Solche empfindlichen Stoffe werden auch in einem Gefäß eingeschlossen, welches über ein Ventil und/oder Schlauchsystem mit der Außenwelt verbunden ist. Diese Vorrichtung ist automatisch zu öffnen, doch kann hier die Geschwindigkeit der mechanischen Öffnung für manche Anwendungen nicht ausreichend sein. Ein Reagieren auf schnelle Vorgänge ist somit nicht möglich. Weiterhin begrenzt die notwendige Mechanik die minimal erreichbare Baugröße und die Kostenreduzierung.

Die direkte Beschichtung der zu schützenden Substanz mit z. B. elektrisch abdampfbaren Materialien ist nur sehr begrenzt einsetzbar, da diese Methode in vielen Fällen zu einer irreversiblen Kontamination des beschichteten Materials führt.

Die DE 39 19 042 A1 offenbart ein System zur Analyse von festen Substanzen auf Quecksilber. Bei diesem bekannten System wird eine zu analysierende feste Substanz in ein Gefäß eingebracht, das nachfolgend durch eine Membran verschlossen wird, wobei, wenn über der Membran ein Dekkel auf den Rand des Gefäßes gesetzt ist, die Membran durch das Erhitzen der festen Substanz und einen dadurch bedingten Überdruck in dem Gefäß zerstört wird. Die bei dem in der DE 39 19 042 A1 offenbarten System verwendete Vorrichtung ist jedoch für eine Großserienfertigung nicht geeignet.

Die DE 35 20 416 C2 beschreibt eine Vorrichtung zum steuerbaren Öffnen einer Trennwand, wobei die Trennwand aus einer in einen Spannung eingesetzten Membran mit aufliegenden Heizdrähten besteht, welche ein Öffnen der Membran bei Versorgung mit elektrischer Energie bewirken. Auch diese Vorrichtung ist nicht für eine Massenproduktion beispielsweise mittels mikromechanischer Verfahren geeignet.

Die DE 38 18 614 A1 und DE 39 15 920 A1 offenbaren mikromechanische Strukturen mit einer Mehrzahl von Vertiefungen zur Aufnahme von kleinen Materialmengen, insbesondere auf dem Gebiet der Biotechnologie. Die Vertiefungen werden dabei mittels eines Deckels, der vorzugsweise mit den Vertiefungen korrespondierende Erhebungen aufweist, verschlossen.

Für den Nachweis von Stoffen in Gasen oder Flüssigkeiten existiert z. B. eine Vielzahl von Transducerbauformen. Viele funktionieren nach dem Prinzip der Widerstands- oder Kapazitätsmessung des Indikatormaterials. Bezüglich derartiger Transducerbauformen wird verwiesen auf H.-E. Endres, S. rost, H. Sandmaier "A PHYSICAL SYSTEM FOR CHEMICAL SENSORS", Proc. Microsystem Technolo-

2

gies, Berlin, 29.10.-01.11.91, 70-75. Eine Änderung dieser Größe(n) wird mit einem Ereignis in dem zu untersuchenden Medium korreliert. Die für die z. B. Widerstandsmessung notwendigen Strukturen, z. B. Interdigitalstrukturen, werden oft in einer Dünnschichttechnik auf ein Substrat, z. B. Silizium, Quarz, aufgebracht. Der Träger dieser Sensoren kann auch selbst wieder eine Membranstruktur sein.

Aus der Mikrosystemtechnik ist seit Jahren die Herstellung von dünnen Membranstrukturen, z. B.  $\text{Si}_3\text{N}_4$  auf Si-Trägermaterial und andere Kombinationen, bekannt. Im allgemeinen werden diese Membranstrukturen aufgrund ihrer sehr niedrigen thermischen Wärmekapazität und/oder Wärmeleitfähigkeit eingesetzt. Sie dienen als Trägermaterial für temperaturempfindliche Widerstände, z. B. bei der Realisierung thermischen Durchflusssensors und/oder zur thermischen Isolierung eines Heizelements von seiner Umgebung.

Ausgehend von dem genannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine miniaturisierbare Vorrichtung zu schaffen, die die Ereignis- oder zeitlich gesteuerte, automatische Vermengung zweier Stoffe ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die vorliegende Erfindung schafft eine Vorrichtung zur getrennten, gekapselten Aufnahme einer Mehrzahl gleicher oder unterschiedlicher Stoffe in einer Mehrzahl von abgeschlossenen Hohlräumen in einer mikromechanisch gefertigten Struktur, wobei zumindest zwei der Hohlräume durch eine in Mikrosystemtechnik oder Dünnschichttechnologie implementierte Membran getrennt sind, wobei die Vorrichtung eine elektrisch betätigbare Heizeinrichtung zum Zerstören der Membran, um die zumindest zwei Hohlräume zu verbinden, aufweist.

Die mikromechanisch gefertigte Struktur kann vorzugsweise durch eine Mehrzahl von Halbleiterwafern gebildet sein, die derart verbunden sind, daß zumindest zwei Ausnehmungen in den Halbleiterwafern durch die in Mikrosystemtechnik oder Dünnschichttechnologie implementierte Membran getrennt sind. Ferner kann eine solche mikromechanisch gefertigte Struktur eine Mehrzahl von Membranen aufweisen, wobei jede Membran jeweils zumindest zwei Hohlräume in der mikromechanisch gefertigten Struktur trennt. Mittels einer geeigneten Treibereinrichtung zum Treiben der elektrisch betätigbaren Heizeinrichtungen kann die Mehrzahl der Membranen dann im wesentlichen gleichzeitig oder zeitversetzt zerstört werden.

Die in der vorliegenden Vorrichtung verwendete Membran kann vorzugsweise mit einer Schutzschicht versehen sein, die die Häusung von aggressiven Medien ermöglicht. Besteht die Membran beispielsweise aus Siliziumnitrid, kann als widerstandsfähige Schutzschicht beispielsweise Siliziumcarbid verwendet werden.

Die Vorrichtung bedient sich der Tatsache, daß in dünnen Membranen, welche in Dünnschichttechnologie oder Mikrosystemtechnik implementiert sind, häufig höhere Spannungen auftreten, welche in anderen Bereichen der Technik als Problem derartiger Membranstrukturen gelten. Diese Spannungen, die in der Membran vorliegen, bewirken bei Anwendung von thermischen Kräften auf die Membran ein explosionsartiges Zerplatzen derselben. Dabei verdampft die Membran nicht, sondern zerspringt in einzelne Stücke. Die gemäß der vorliegenden Erfindung verwendete Heizeinrichtung ist vorzugsweise als ein auf der Membran integrierter Heizer ausgeführt, bei dem ein kurzer Heizimpuls eine thermische Verspannung der Membran bewirkt, durch die diese Membran zum Platzen gebracht wird.

Die in der Vorrichtung verwendeten Strukturen bieten eine einfache, kontaminationssichere und schnelle Art und

## DE 197 16 683 C 1

3

Weise, um eine Mehrzahl von in unterschiedlichen Hohlräumen befindliche Stoffe zu vermengen, wobei die Struktur in einfacher Weise einer Großserientechnik zugänglich ist. Das ordnungsgemäße Zerstören der Membran kann jeweils durch eine geeignete Elektrodengeometrie signalisiert werden. Die vorliegende Erfindung bedient sich somit einer Struktur, die mit gängigen großserientechnischen Methoden implementierbar ist. Hierbei ist die Membran-Grundkörper-Struktur vorteilhafterweise in Mikrosystemtechnik ausgeführt. Für die Zwecke der Erfindung kann die Membran jedoch auch in Dünnschichttechnik ausgeführt sein.

Die einzige Figur zeigt eine schematische Querschnittsdarstellung eines Ausführungsbeispiels der Vorrichtung zur getrennten, gekapselten Aufnahme einer Mehrzahl gleicher oder unterschiedlicher Stoffe.

Die Vorrichtung die mit dem Bezugszeichen 20 bezeichnet ist, weist einen Träger 1 auf, der beispielsweise aus Quarz besteht. Auf den Träger 1 ist optional eine Schicht 2 aufgebracht, die beispielsweise zur Unterstützung einer Verbindung des Trägers 1 mit einem Halbleiterwafer, der bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel aus Silizium besteht, dienen kann, in dem eine Ausnehmung 8 durch übliche, photolithographische und ätztechnische Methoden eingearbeitet ist. Über der Ausnehmung 8 ist eine Membran 5 gebildet. Für einen Fachmann auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik bedarf es keiner Erläuterung, daß Methoden zur Herstellung einer Halbleiterstruktur überspannenden Membran in der Mikrosystemtechnik üblich sind und daß hierbei üblicherweise die Membran 5 zunächst auf die Halbleiterstruktur 4 aufgebracht wird, bevor die Ausnehmung 8 durch photolithographische und ätztechnische Maßnahmen in der Halbleiterstruktur 4 gebildet wird.

Auf der Membran 5 ist eine Heizerstruktur 7, die über Anschlußleitungen mit Anschlußflächen oder Bondpads in Verbindung steht, angeordnet.

Auf der der Trägerstruktur 4 gegenüberliegenden Oberfläche der Membran 5 ist ein weiterer Wafer 9, der bei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel aus Silizium besteht, angebracht. Der Wafer 9 weist eine Ausnehmung 10 auf und ist derart über der Membran 5 mit dem Wafer 4 verbunden, daß sich die Hohlräume 8 und 10 gegenüberliegen, wobei dieselben durch die Membran 5 getrennt sind.

Wird nun während der Herstellung der Vorrichtung in den Hohlraum 8 beispielsweise ein Stoff A eingebracht, während in den Hohlraum 10 ein Stoff B eingebracht wird, kann durch eine Betätigung der elektrischen Heizeinrichtung 7 automatisch eine Vermischung der beiden Stoffe und somit beispielsweise eine bestimmte Reaktion erreicht werden.

Für Fachleute ist offensichtlich, daß das in der Figur dargestellte Ausführungsbeispiel rein veranschaulichend ist. Beispielsweise könnte die in dem Wafer 9 angeordnete Ausnehmung 10 denselben vollständig durchdringen, wobei dieselbe auf der Oberseite durch eine weitere Membran abgeschlossen ist, an die wiederum eine Ausnehmung eines weiteren Wafers angrenzt. Somit kann beispielsweise eine Struktur erstellt werden, die mehr als zwei jeweils durch eine Membran voneinander getrennte Hohlräume aufweist.

Die Vorrichtung ermöglicht somit die Abtrennung einer bestimmten Anzahl von Stoffen in zwei oder mehreren durch die "Membrantechnik" getrennten Kammern oder Ausnehmungen. Ein derartiger Aufbau kann erreicht werden, indem die Kapselung entweder schon in der Fertigung mehrere Kammern und Membrane enthält, oder in dem alternativ die Elemente auf Wafer- oder Einzelteil-Level beispielsweise durch Waferbonding oder Kleben entsprechend kombiniert werden. Abhängig vom Aufbau und der gewünschten Reaktion kann nun eine bestimmte Anzahl von Kammern quasi-gleichzeitig (im Millisekundenbereich)

4

oder auch zeitlich beliebig versetzt geöffnet werden, indem die einzelnen Heizeinrichtungen entsprechend angesteuert werden. Durch eine Mehrkammertechnik kann somit die Anzahl von innerhalb eines Membransystems möglichen, beispielsweise chemischen, Reaktionen, beispielsweise Nachweisreaktionen, stark erhöht sein.

Abhängig von der Verwendung kann die Membran mit einer widerstandsfähigen Schutzschicht versehen werden. Besteht die Membran aus Siliziumnitrid, kann in geeigneter Form eine Siliziumcarbid-schicht als Schutzschicht verwendet werden. Dadurch ist die Membran auch in aggressiven Medien, beispielsweise starken Säuren, einsetzbar. Bei entsprechender Material-Wahl und -Dicke beeinträchtigt diese Schutzschicht die Funktion des Systems, d. h. das Zerstören der Membran, nicht. Im Gegensatz dazu sind mechanisch bewegte Teile, wie sie Pumpen enthalten, im allgemeinen schwieriger mit Schutzschichten zu überziehen.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zur getrennten, gekapselten Aufnahme einer Mehrzahl gleicher oder unterschiedlicher Stoffe in einer Mehrzahl von abgeschlossenen Hohlräumen (8, 10) in einer mikromechanisch gefertigten Struktur, wobei zumindest zwei der Hohlräume (8, 10) durch eine in Mikrosystemtechnik oder Dünnschichttechnologie implementierte Membran (5) getrennt sind, wobei die Vorrichtung (10) eine elektrisch betätigbare Heizeinrichtung (7) zum Zerstören der Membran (5), um die zumindest zwei Hohlräume (8, 10) zu verbinden, aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die mikromechanisch gefertigte Struktur durch zumindest zwei Halbleiterwafer (4, 9) gebildet ist, die derart verbunden sind, daß zumindest zwei Ausnehmungen (8, 10) in den Halbleiterwafern (4, 9) durch die in Mikrosystemtechnik oder Dünnschichttechnologie implementierte Membran (5) getrennt sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, die eine Mehrzahl von in Mikrosystemtechnik oder Dünnschichttechnologie implementierten Membranen aufweist, die jeweils zumindest zwei Hohlräume in der mikromechanisch gefertigten Struktur trennen, wobei die Vorrichtung für jede Membran eine elektrisch betätigbare Heizeinrichtung zum Zerstören derselben aufweist, und wobei die Vorrichtung eine Treibereinrichtung aufweist, durch die die elektrisch betätigbaren Heizeinrichtungen treibbar sind, um die Mehrzahl der Membranen im wesentlichen gleichzeitig oder zeitversetzt zu zerstören.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der die Membran oder zumindest eine der Mehrzahl von Membranen mit einer Schutzschicht versehen ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Membran oder die Mehrzahl von Membranen aus Siliziumnitrid besteht.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, bei der die Schutzschicht aus Siliziumcarbid besteht.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

**Nummer:**

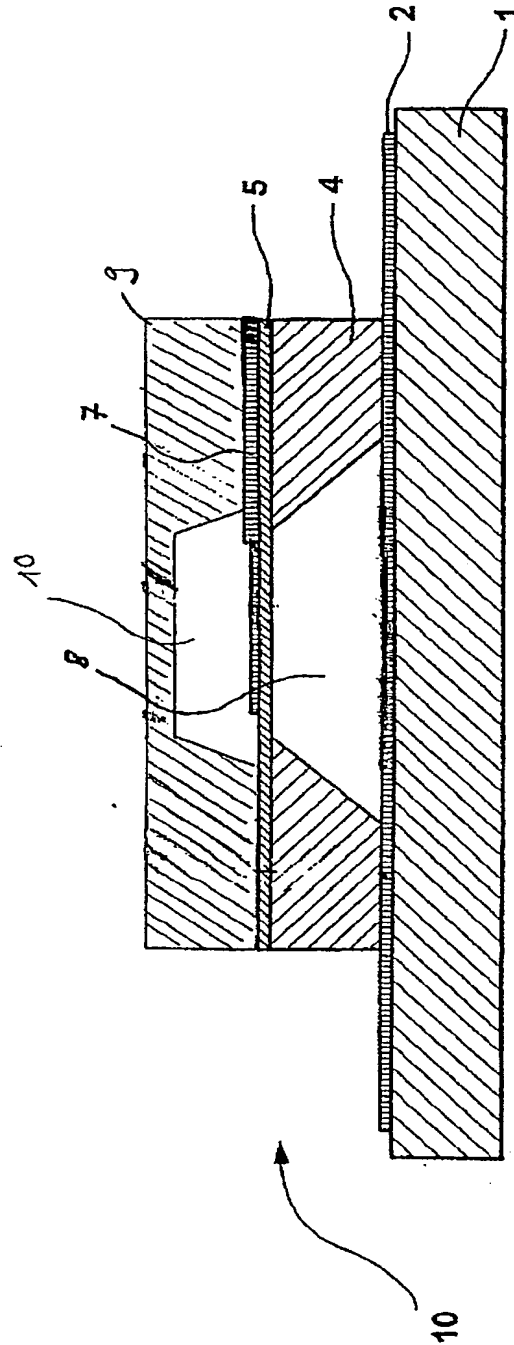
Int. Cl.<sup>6</sup>:

**Veröffentlichungstag:**

**DE 197 16 683 C1**

**B 01 L 3/00**

**4. Juni 1998**



German Patent No. DE 197 16 683 C1

---

Job No.: 6234-86464

Ref.: 17509-0014

Translated from German by the Ralph McElroy Translation Company  
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY  
GERMAN PATENT OFFICE  
PATENT NO. 197 16 683 C1

Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 01 L 3/00  
G 01 N 33/00  
G 01 N 31/22  
H 01 L 49/00  
A 01 G 9/10

Filing No.: 197 16 683.0-52

Filing Date: April 21, 1997

Publication Date: June 4, 1998

DEVICE FOR THE SEPARATE, ENCAPSULATED RECEPTION OF A PLURALITY OF  
LIKE OR DIFFERENT SUBSTANCES

Inventors: Mathias Roth  
81477 Munich DE  
Dr. Hanns-Erik Endres  
80689 Munich, DE

Applicant: Fraunhofer-Gesellschaft zur  
Förderung der angewandten  
Forschung e.V.  
80636 Munich, DE

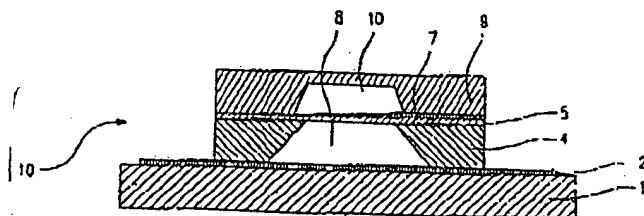
Agent: F. Schoppe,  
Patent Attorney, 81479 Munich

Publications considered for  
determining patentability:  
DE 1 96 10 293 C1  
DE 35 20 416 C2  
DE 39 19 042 A1  
DE 39 15 920 A1  
DE 38 18 614 A1

Opposition can be filed within 3 months after publication of the grant.

## [Abstract]

In a device for the separate, encapsulated reception of a plurality of like or different substances in a plurality of closed hollow spaces in a micromechanically manufactured structure at least two of the hollow spaces are separated by a membrane implemented with microsystem technology or thin-film technology. In addition, the device comprises an electrically actuatable heating device for destroying the membrane in order to connect at least two hollow spaces.



## Specification

The present invention relates to a further development of a device for the encapsulated reception of a material in accordance with DE 196 10 293 C1 (not published).

Sensitive materials, e.g., chemical indicator materials, catalysts, or medicaments are used in many areas. The term "sensitive" means that the lifetime, that is, the ability to be used for a certain purpose, is reduced upon contact with a certain substance or mixture of substances. Due to this limited lifetime, it is desirable to release these materials only shortly before they are used in the harmful measuring medium and to preserve them up to this point under a protective gas or protective liquid or a vacuum. The harmful measuring medium can be identical with the substance to be measured.

Customary methods to this end are the encapsulating of the substance in a glass flask, plastic foils or similar packaging. These methods have many disadvantages: the encapsulation methods can be miniaturized only to a limited extent and/or the closure cannot be opened automatically or only opened automatically in a costly manner. Such sensitive substances are also enclosed in a container that is connected to the external environment via a valve and/or hose system. This device is to be automatically opened; however, the speed of the mechanical opening can be insufficient for many applications. Therefore, a reaction to rapid processes is not possible. Moreover, the necessary mechanism limits the minimally achievable construction size and cost reduction.

The direct coating of the substance to be protected with, e.g., electrically vaporizable materials can be used only in a very limited manner since this method results in many instances in an irreversible contamination of the coated material.

DE 39 19 042 A1 discloses a system for analyzing solid substances on mercury. In this known system a solid substance to be analyzed is placed in a container that is subsequently closed by a membrane. When a cover is set over the membrane onto the container edge, the membrane is destroyed by heating of the solid substance and an overpressure in the container caused by said heating. However, the device used in the system disclosed in DE 39 19 042 A1 is not suitable for industrial-scale manufacture.

DE 35 20 416 C2 describes a device for the regulatable opening of a separating wall. This separating wall consists of a membrane set in a clamping ring and with heating wires on it that cause the membrane to open when electrical energy is supplied. Even this device is not suitable for mass production, e.g., by means of micromechanical methods.

DE 38 18 614 and DE 39 15 920 A1 disclose micromechanical structures with a plurality of recesses for receiving small amounts of material, especially in the area of biotechnology. The recesses are closed by a cover that preferably has elevations corresponding with the recesses.

There are, e.g., a great number of transducer designs for detection of substances in gases or liquids. Many operate according to the principle of resistance measuring or capacitance measuring of the indicator material. Refer regarding such transducer designs to H.-E. Endres, S. Rost, H. Sandmaier, "A PHYSICAL SYSTEM FOR CHEMICAL SENSORS," Proc. Microsystem Technologies, Berlin, 10-29 to 11-1-91, 70-75. A change of this dimension (these dimensions) is correlated with an event in the medium to be investigated. The structures necessary for, e.g., resistance measuring, e.g., interdigital structures, are often applied in a thin-film technique onto a substrate, e.g., silicon or quartz. The carrier of these sensors can also be a membrane structure itself.

The production of thin membrane structures, e.g.,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  on Si carrier material and other combinations has been known for years from microsystem technology. In general, these membrane structures are used on account of their very low thermal capacity and/or thermal conductivity. They serve as carrier material for temperature-sensitive resistors, e.g., in the realization of thermal flowthrough meters and/or for the thermal insulating of a heating element from its environment.

The invention has the problem, starting from the cited state of the art, of creating a miniaturizable device that makes possible the automatic mixing of two substances which mixing can be regulated by event or by time.

This problem is solved by a device with the features of Claim 1.



The present invention creates a device for the separate, encapsulated reception of a plurality of like or different substances in a plurality of closed hollow spaces in a micromechanically manufactured structure, at least two of which hollow spaces are separated by a membrane implemented with microsystem technology or thin-film technology, and which device comprises an electrically actuatable heating device for destroying the membrane in order to connect the at least two hollow spaces.

The micromechanically manufactured structure can be formed with preference by a plurality of semiconductor slices that are connected in such a manner that at least two recesses in the semiconductor slices are separated by the membrane implemented with microsystem technology or thin-film technology. Furthermore, such a micromechanically manufactured structure can comprise a plurality of membranes, each of which separates at least two hollow spaces in the micromechanically manufactured structure. The plurality of membranes can then be destroyed substantially at the same time or staggered in time by a suitable drive device for driving the electrically actuatable heating devices.

The membrane used in the present device can preferably be provided with a protective coating that makes it possible to house aggressive media. If the membrane consists, e.g., of silicon nitride, e.g., silicon carbide can be used as a resistant protective coating.

The device makes use of the fact that rather high tension forces frequently occur in thin membranes implemented in thin-film technology or microsystem technology that are considered as a problem of such membrane structures in other areas of technology. These tension forces present in the membrane cause an explosive bursting of the membrane when thermal forces are applied onto the membrane. The membrane does not vaporize thereby but rather bursts into individual pieces. The heating device used in accordance with the present invention is preferably executed as a heater integrated on the membrane and in which a short heating impulse brings about a thermal tensioning of the membrane that causes this membrane to burst.

The structures used in the device offer a simple, rapid, contamination-free way of mixing a plurality of substances located in different hollow spaces. The structure is readily accessible for industrial-scale technology. The orderly destruction of the membrane can be signalized by a suitable electrode geometry. The present invention thus makes use of a structure that can be implemented with current industrial-scale technical methods. The basic membrane body structure is advantageously executed using microsystem technology. However, for the purposes of the invention the membrane can also be executed using thin-film technology.

The sole figure shows a schematic cross sectional view of an exemplary embodiment of the device for the separate, encapsulated reception of a plurality of like or different substances.

The device, that is designated with reference numeral 20, comprises a carrier 1 consisting, e.g., of quartz. A coating 2 is optionally applied onto carrier 1 which coating can

serve, e.g., to support a connection of carrier 1 to a semiconductor slice that consists of silicon in the preferred exemplary embodiment and into which a recess 8 has been worked by customary photolithographic and etching methods. Membrane 5 is formed above recess 8. An expert in the art of microsystem technology requires no explanation that methods of producing a membrane spanning a semiconductor structure are customary in microsystem technology and that in this instance membrane 5 is customarily applied at first onto semiconductor structure 4 before recess 8 is formed in semiconductor structure 4 by photolithographic and etching measures.

Heating structure 7 that communicates via connection leads with terminal pads or bond pads is arranged on membrane 5.

Another slice 9 consisting of silicon in the preferred exemplary embodiment is arranged on the surface of membrane 5 opposite carrier structure 4. Slice 9 exhibits recess 10 and is connected to slice 4 via membrane 5 in such a manner that hollow spaces 8 and 10 oppose each other and are separated by membrane 5.

If, e.g., a substance A is introduced into hollow space 8 during the manufacture of the device while a substance B is introduced into hollow space 10, a mixing of the two substances and therewith, e.g., a certain reaction can be brought about automatically by actuating electric heating device 7.

It is obvious for experts skilled in the art that the exemplary embodiment shown in the figure is purely illustrative. For example, recess 10 arranged in slice 9 could completely penetrate it, in which instance this recess is sealed off on the top by another membrane bordering on a recess of another slice. In this manner, e.g., a structure can be produced comprising more than two hollow spaces separated from one another by a membrane.

The device thus makes it possible to separate a certain number of substances into two or more chambers or recesses separated by "membrane technology." Such a structure can be achieved in that the encapsulation either comprises several chambers and membranes in the manufacture already or, alternatively, the elements are appropriately combined at the slice or individual-part level, e.g., by slice bonding or adhesion. A certain number of chambers can be opened quasi simultaneously (in the millisecond range) or also staggered as desired in time as a function of the design and the desired reaction by controlling the individual heating devices in an appropriate manner. Thus, the number of, e.g., chemical reactions, e.g., detection reactions, possible within a membrane system can be greatly increased by a multi-chamber technology.

The membrane can be provided with a resistant protective coating as a function of the use. If the membrane consists of silicon nitride a coating of silicon carbide can be used in a suitable form as protective coating. This makes it possible to use the membrane even in aggressive media, e.g., strong acids. Given an appropriate selection of material and material thickness, this protective layer does not adversely impact the operation of the system, that is, it

does not destroy the membrane. In contrast thereto, mechanically moved parts like those contained in pumps are in general more difficult to cover with protective coatings.

### Claims

1. A device (10) for the separate, encapsulated reception of a plurality of like or different substances in a plurality of closed hollow spaces (8, 10) in a micromechanically manufactured structure, at least two of which hollow spaces (8, 10) are separated by a membrane (5) implemented with microsystem technology or thin-film technology, and which device (10) comprises an electrically actuatable heating device (7) for destroying the membrane (5) in order to connect the at least two hollow spaces (8, 10).

2. The device according to Claim 1 in which the micromechanically manufactured structure is formed by at least two semiconductor slices (4, 9) connected in such a manner that at least two recesses (8, 10) in the semiconductor slices (4, 9) are separated by the membrane (5) implemented with microsystem technology or thin-film technology.

3. The device according to Claim 1 or 2 comprising a plurality of membranes implemented with microsystem technology or thin-film technology and separating at least two hollow spaces in the micromechanically manufactured structure, which device comprises an electrically actuatable heating device for each membrane for destroying this membrane and which device exhibits a drive device with which the electrically actuatable heating devices can be driven in order to destroy the plurality of membranes substantially simultaneously or staggered in time.

4. The device according to one of Claims 1 to 3 in which the membrane or at least one of the plurality of membranes is provided with a protective coating.

5. The device according to one of Claims 1 to 4 in which the membrane or the plurality of membranes consists of silicon nitride.

6. The device according to Claim 4 or 5 in which the protective coating consists of silicon carbide.

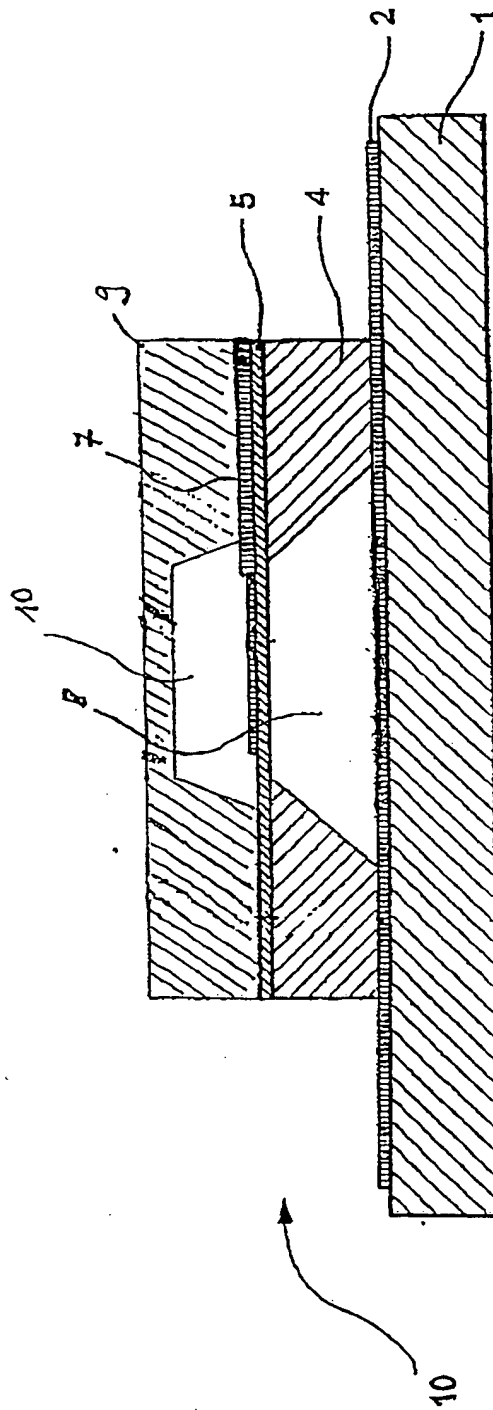


FIG.